

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平7-15281

(43)公開日 平成7年(1995)1月17日

(51) Int.Cl.<sup>6</sup>  
H 03 H 17/02  
H 03 M 3/02

識別記号 庁内整理番号  
L 8842-5 J  
8522-5 J

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平5-154710

(22)出願日 平成5年(1993)6月25日

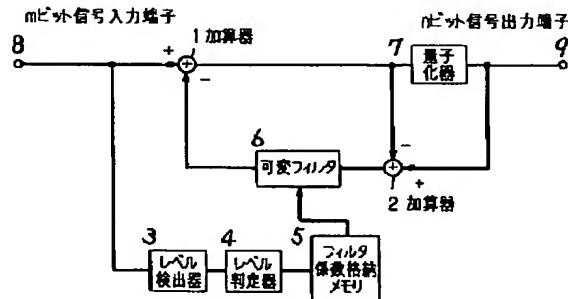
(71)出願人 000005821  
松下電器産業株式会社  
大阪府門真市大字門真1006番地  
(72)発明者 喜田 和枝  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 鈴木 良二  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(72)発明者 新保 正利  
大阪府門真市大字門真1006番地 松下電器  
産業株式会社内  
(74)代理人 弁理士 粟野 重孝

(54)【発明の名称】ノイズシェーピング装置

(57)【要約】

【目的】デジタル信号の量子化ノイズの振幅周波数特性をノイズレベルによって変化する聴覚感度特性に一致させ、聴感的に量子化ノイズを低減する。

【構成】mビットの入力信号のレベルがレベル検出器3で検出され、検出されたレベルをレベル判定器4での判定結果がフィルタ係数格納メモリ5に入力される。フィルタ係数格納メモリ5には、あらかじめmビットの入力信号のレベルに応じて変化する聴覚感度特性に量子化ノイズの振幅周波数特性を一致させるフィルタ係数が格納されており、レベル判定器4で判定されたレベルに応じて選択されたフィルタ係数で可変フィルタ6の特性が決定。つぎに加算器2の出力であるmビットの入力信号と量子化器7で再量子化されたnビットの出力信号との差分が、可変フィルタ6に入力され、可変フィルタ6の出力が負のフィードバック信号として、mビットの入力信号に加算される。



1

2

## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 $m$ ビットで構成される入力信号を再量子化する量子化器と、前記量子化器で再量子化された $n$ ビットの出力信号( $m > n$ )に前記 $m$ ビットの入力信号を減算信号として加算する第2の加算器と、前記第2の加算器の出力である量子化ノイズの振幅周波数特性を変更する可変フィルタと、前記可変フィルタの出力を負のフィードバック信号として前記 $m$ ビットの入力信号に加算する第1の加算器と、 $m$ ビットの入力信号のレベルを検出するレベル検出手段と、前記レベル検出手段で検出された $m$ ビットの入力信号のレベルを判定するレベル判定手段と、音圧レベルに応じて変化する人間の聴覚感度特性と一致させるべく前記レベル判定手段の出力に対応して、あらかじめ求められた量子化ノイズの振幅周波数特性を前記可変フィルタに持たせるためのフィルタ係数が格納されたフィルタ係数記憶手段とを有するノイズシェーピング装置。

【請求項2】 $m$ ビットで構成される入力信号を再量子化する量子化器と、前記量子化器で再量子化された $n$ ビットの出力信号に前記 $m$ ビットの入力信号を減算信号として加算する第2の加算器と、前記第2の加算器の出力である量子化ノイズの振幅周波数特性を変更する可変フィルタと、前記可変フィルタの出力を負のフィードバック信号として前記 $m$ ビットの入力信号に加算する第1の加算器と、 $m$ ビットの入力信号のレベルを検出するレベル検出手段と、前記レベル検出手段で検出された $m$ ビットの入力信号のレベルを判定するレベル判定手段と、音圧レベルに応じて変化する人間の聴覚感度特性と一致させるべく前記レベル判定手段の出力に対応して、あらかじめ求められた量子化ノイズの振幅周波数特性を前記可変フィルタに持たせるためのフィルタ係数が格納されたフィルタ係数記憶手段と、前記フィルタ係数記憶手段から出力されるフィルタ係数が徐々に変更されるようにフィルタ係数を演算するフィルタ係数補間演算手段とを有するノイズシェーピング装置。

【請求項3】フィルタ係数格納メモリに代えて、前記レベル判定手段の出力に応じて前記可変フィルタの特性を人間の聴覚感度特性と一致させるべくフィルタ係数を演算するフィルタ係数演算手段を有する請求項1または2に記載のノイズシェーピング装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、デジタル信号の量子化ノイズの振幅周波数特性を人間の聴覚感度特性に一致させて聴感的に量子化ノイズを低減させるためのノイズシェーピング装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】近年、デジタル音響機器が一般に広く用いられている。このデジタル音響機器において、アナログ信号を量子化する際に必ず発生する量子化ノイズの低

10

20

30

40

50

減は最も重要な課題である。この量子化ノイズは、A/D変換器の精度に左右されるもので、効率よく量子化ノイズを低減する手段として、従来より $\Delta\Sigma$ 変調器が用いられている。以下、従来例の $\Delta\Sigma$ 変調器について図面を参照して説明する。図4に従来例の1次 $\Delta\Sigma$ 変調器のブロック図を示す。図4において20, 21は加算器、23は量子化器、22は1サンプル遅延器、24は入力端子、25は出力端子である。加算器21において、量子化器23で量子化された出力信号から量子化器23に入力される入力信号が減算されることで得られる量子化ノイズ $q(z)$ が1サンプル遅延器22で1サンプル遅延された後、加算器20において入力端子24からの入力信号から減算される。このようにエラーフィードバックすることにより従来周波数特性を持たない量子化ノイズ $q(z)$ が周波数特性を持つようになる。

【0003】この1次 $\Delta\Sigma$ 変調器の信号伝達特性を求める。入力信号を $x(z)$ 、出力信号を $y(z)$ 、量子化器23で発生する量子化ノイズを $q$ とすると、

$$y(z) - \{x(z) - q * z^{-1}\} = q$$

この式を整理すると、

$$y(z) = x(z) + (1 - z^{-1}) q$$

となる。従って、量子化の前後で発生する量子化ノイズ $N_s$ を、

$$N_s = y(z) - x(z)$$

とし、 $z^{-1} = e^{j\omega T}$ を代入すると量子化ノイズ $N_s$ は、

$$N_s = (1 - e^{j\omega T}) q$$

となる。 $N_s$ の電力は、

$$N_s^2 = (1 - e^{j\omega T})^2 q^2$$

$$= 4 \sin^2(\omega T / 2) q^2$$

と求めることができる。したがって、周波数特性を持たない量子化ノイズ $q$ が、1次 $\Delta\Sigma$ 変調器により周波数特性が変更されたことになる。図3に、 $\Delta\Sigma$ 変調器を用いてアナログ信号を20ビットに量子化したときの量子化ノイズ、20ビット入力信号を16ビットに再量子化したときに発生する量子化ノイズの振幅周波数特性と、従来の $\Delta\Sigma$ 変調器を用いることによって周波数特性が変更された20ビット入力信号を16ビットに再量子化するときに発生する量子化ノイズの振幅周波数特性を示す。また、 $\Delta\Sigma$ 変調器の次数を上げて、量子化ノイズの周波数特性を人間の聴覚特性の1つである等ラウドネス曲線に近似させた $\Delta\Sigma$ 変調器型デジタルフィルタも用いられている。

## 【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記構成では、量子化ノイズ $N_s$ の周波数特性が人間の聴覚感度特性に十分近似されていないという問題があった。特に、中域での量子化ノイズを減少させるために、 $\Delta\Sigma$ 変調器の次数を上げると、図3に示すように、高域での量子化ノイズの上昇が聴感上悪影響を及ぼすようになると

3

いう問題点もあった。また、人間の聴覚感度特性は、聴こえる音のレベルに応じて変化するという特徴がある。しかしながら、従来のノイズシェーピング装置には、入力信号のレベルにかかわらずあらかじめ定められた固定された特性の $\Delta\Sigma$ 変調器型ノイズシェーピングフィルタが用いられており、ノイズレベルに応じて変化する人間の聴覚感度特性に合わないという問題点もあった。

【0005】本発明のノイズシェーピング装置は上記従来の問題点を改善するためになされたもので、入力信号のレベルが変化しても量子化ノイズの振幅周波数特性を人間の聴覚感度の周波数特性に一致させることのできるノイズシェーピング装置を提供するの目的とする。

## 【0006】

【課題を解決するための手段】本発明のノイズシェーピング装置は上記目的を達成するために、mビットの入力信号を再量子化する量子化器と、量子化器で再量子化されたnビットの出力信号にmビットの入力信号を減算信号として加算する第2の加算器と、第2の加算器の出力である量子化ノイズの振幅周波数特性を変更する可変フィルタと、可変フィルタ出力を負のフィードバック信号としてmビットの入力信号に加算する第1の加算器と、mビットの入力信号のレベルを検出するレベル検出手段と、レベル検出手段で検出されたmビットの入力信号のレベルを判定するレベル判定手段と、音圧レベルに応じて変化する人間の聴覚感度特性と一致させるべくレベル判定手段の出力に対応して、あらかじめ求められた量子化ノイズの振幅周波数特性を可変フィルタに持たせるためのフィルタ係数が格納されたフィルタ係数記憶手段とを有する構成となっている。

## 【0007】

【作用】本発明は上記構成において、mビットの入力信号が再量子化され、再量子化されたnビットの加算出力信号とmビットの減算入力信号とが第2の加算手段で加算された、その差分である量子化ノイズは、その振幅周波数特性を変更する可変フィルタに入力され、可変フィルタ出力が負のフィードバック信号として第1の加算手段でmビットの入力信号に加算される。一方、mビットの入力信号のレベルがレベル検出手段で検出され、レベル判定手段に加えられて、そのレベルが判定される。フィルタ係数記憶手段にあらかじめ記憶されたフィルタ係数から、レベル判定手段で判定された入力信号のレベルに応じたフィルタ係数が選択されて、可変フィルタは、この選択されたフィルタ係数により所定の特性となるように作用することとなる。

## 【0008】

【実施例】以下、本発明の実施例について図面を参考しながら説明する。図1は、本発明の第1の実施例におけるノイズシェーピング装置のブロック図である。図1のノイズシェーピング装置には、mビットのデジタル信号を入力するための入力端子8が設けられ、入力端子8に

10

20

30

40

50

4

入力されたmビットの入力信号は2つに分岐され、一方は第1の加算器である加算器1に入力され、もう一方は可変フィルタ6の係数を制御するためにレベル検出器3に入力される。加算器1の出力は2つに分岐され、一方はmビットの入力信号を再量子化してnビットのデジタル信号を出力する量子化器7に加えられる（ここでm>nとする）。量子化器7のnビットの出力は2つに分岐されて、その一方はnビット出力信号端子9より出力され、他方は第2の加算器である加算器2に加えられる。加算器1の出力の他方は加算器2に減算信号として加えられる。加算器2の出力は可変フィルタ6を介して加算器1に減算信号として加えられる。

【0009】一方、レベル検出器3の出力はレベル判定器4を介してフィルタ係数格納メモリ5に入力され、そのフィルタ係数が可変フィルタ6に与えられる。

【0010】以上のように構成された本発明の第1の実施例について、以下の動作を説明する。

【0011】まず、可変フィルタ6を制御するために分岐されたmビットの入力信号について説明する。mビットの入力信号のレベルがレベル検出器3でkサンプルごとに検出される。時刻tのmビットの入力信号のレベルは、時刻(t-k\*Ts)から時刻tまでの入力信号の振幅の絶対値の平均値とする。Tsは、サンプリング周期とする。このようにして検出されたレベルは、レベル判定器4で判定され、判定されたレベルがフィルタ係数格納メモリ5に入力される。

【0012】ここで、フィルタ係数格納メモリ5にあらかじめ格納されている係数について説明する。まず、図5に、本実施例で用いた等ラウドネス曲線を示す。図5の縦軸は、一定音圧の基準音を人間が実際に感じる音圧レベル、横軸は周波数である。図5の各曲線は、基準音の音圧レベルを変化させると、人間が実際に感じる音圧レベルの周波数特性が変化することを表している。この特性に従って入力信号のレベルに応じて変化する人間の聴覚感度特性に量子化ノイズの振幅周波数特性を一致させるフィルタ係数があらかじめ求められ、図1に示すようにフィルタ係数格納メモリ5に格納されている。フィルタ係数格納メモリ5では、レベル判定器4で判定される入力信号のレベルに対応したフィルタ係数が選択され、選択されたフィルタ係数を可変フィルタ6に送り、可変フィルタ6の特性が決定される。

【0013】つぎに加算器1に入力されたmビットの入力信号について説明する。加算器1の出力は、さらに2つに分岐され、一方は量子化器7で再量子化されてnビットのデジタル信号として出力され、もう一方は再量子化器7で再量子化された加算信号との差分をとるために、減算信号として加算器2に入力される。加算器2の出力は、mビットの入力信号のレベルに対応して、上記のようにその特性が決定された可変フィルタ6に入力され、可変フィルタ6の出力は、負のフィードバック信号

5

として加算器 1 に帰還される。以上の処理が繰り返される。

【0014】図3に、本実施例を20ビットの入力信号を16ビット信号に再量子化する際に用いたときの量子化ノイズの振幅周波数特性を示す。実線は入力信号のレベルがA、破線は入力信号のレベルがBのときの量子化ノイズの振幅周波数特性である。ただし、 $B > A$ とする。図3に示すように、入力信号のレベルに応じてフィルタ係数格納メモリ5で選択されたフィルタ係数で可変フィルタ6の特性が決定されることにより、量子化ノイズの振幅周波数特性は、時間変化している入力信号のレベルに応じて変化する人間の聴覚感度特性に一致させることができる。

【0015】図2に、本発明の第2の実施例を示す。第2の実施例は、第1の実施例の図1に加えて係数補間器10を用いることを特徴とする。図1と同一機能の構成要素には同一の符号を付けて、その詳細な説明は省略する。入力端子8から入力されたmビットの入力信号のレベルは、レベル検出器3で、kサンプルごとに検出され、レベル判定器4でレベルが判定される。フィルタ係数格納メモリ5では、第1の実施例と同様に、あらかじめ記憶されているフィルタ係数が、レベル判定器4で判定された入力信号のレベルに応じて選択され、係数補間器10に入力される。係数補間器10には、時刻( $t - k * T_s$ )の入力信号のレベルに対応したフィルタ係数が蓄えられており、時刻tの入力信号のレベルに対応したフィルタ係数が入力されると、時刻( $t - k * T_s$ )の可変フィルタが時刻tの可変フィルタへなめらかに変更されるように、時刻( $t - k * T_s$ )のフィルタ係数と時刻tのフィルタ係数の補間演算が行われる。係数補間器10で演算された補間係数で、時刻( $t - k * T_s$ )と時刻tの間の可変フィルタ6の特性が決定されることにより、時刻( $t - k * T_s$ )から時刻tまでの量子化ノイズの振幅周波数特性はなめらかに変更される。上記では2つの時刻間のフィルタ係数間の補間演算で説明したが、3つ以上の複数時刻間を補間演算してもよい。したがって、本実施例によれば、可変フィルタが変

10

20

更されるときに、聴感上不自然さを感じることがない。

【0016】なお、第1および第2の実施例では、フィルタ係数格納メモリ5を用いたが、フィルタ係数格納メモリ5に代えて、内蔵する等ラウドネス特性の近似式を元に、入力レベルに応じてフィルタ係数が上記実施例で目標としている特性になるように演算されるフィルタ係数演算器(手段)を用いててもよい。

【0017】

【発明の効果】以上説明したように本発明によれば、mビットの入力信号のレベルに応じて可変フィルタに与えるフィルタ係数を制御することにより、再量子化ノイズの振幅周波数特性を時間変化させることができ、したがってレベル変化に応じて時間変化している人間の聴覚感度特性に量子化ノイズの振幅周波数特性を一致させることにより、ノイズ感を低減するノイズシェーピング装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の第1の実施例におけるノイズシェーピング装置のブロック図

【図2】同じくその第2の実施例におけるノイズシェーピング装置のブロック図

【図3】本発明の実施例と、従来例の $\Delta\Sigma$ 変調器におけるものとに共通の量子化ノイズの振幅周波数特性図

【図4】従来例の1次 $\Delta\Sigma$ 変調器のブロック図

【図5】等ラウドネス曲線説明図

【符号の説明】

1 加算器(第1の加算器)

2 加算器(第2の加算器)

3 レベル検出器(レベル検出手段)

4 レベル判定器(レベル判定手段)

5 フィルタ係数格納メモリ(フィルタ係数記憶手段)

6 可変フィルタ

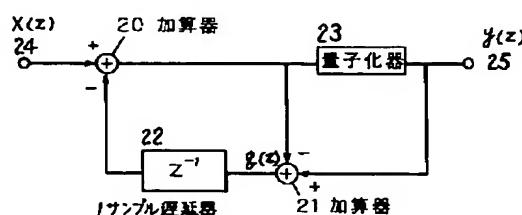
7 量子化器

8 入力端子

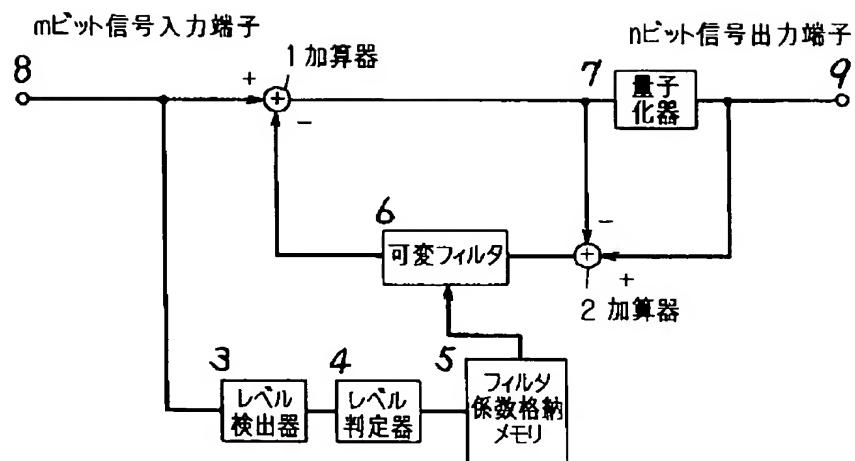
9 出力端子

10 フィルタ係数補間器(フィルタ係数補間演算手段)

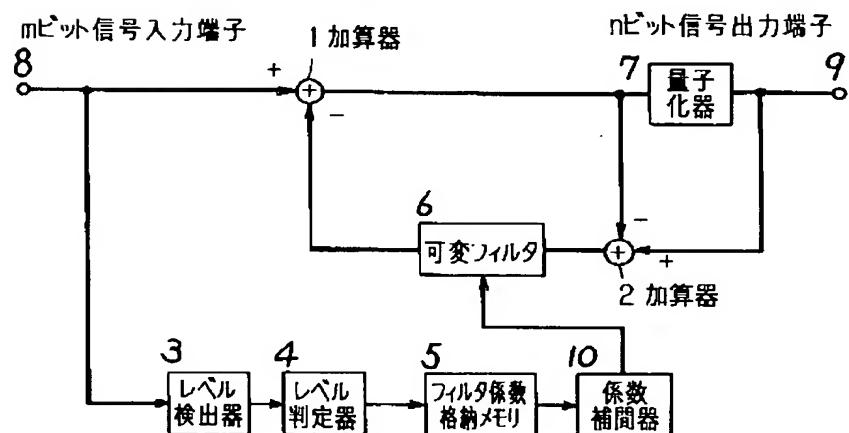
【図4】



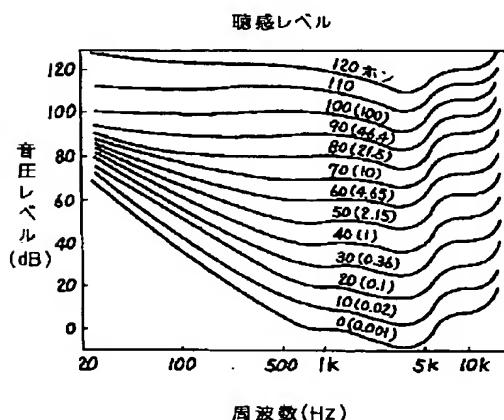
【図1】



【図2】



【図5】



【図3】

